

## (19) 대한민국특허청(KR)

### (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H04L 12/28

(11) 공개번호 10-2004-0107960  
(43) 공개일자 2004년12월23일

(21) 출원번호 10-2003-0038672  
(22) 출원일자 2003년06월16일

(71) 출원인 주식회사 팬택  
서울특별시 영등포구 여의도동 25-12 신송센타빌딩

(72) 발명자 김성민  
경기도군포시산본동1151-5수리아파트815-702

(74) 대리인 특허법인 신성

심사청구 : 없음

#### (54) 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법

##### 요약

본 발명의 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법은, ad hoc 네트워크에 적합한 라우팅 프로토콜로 제안될 수 있는 라우팅 프로토콜로서, 수요(on-demand)에 의해 필요한 노드에 대한 경로를 찾으며 경로 설정 과정에 소비되는 비용을 최소화할 수 있는 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 자원 예약 방법에 있어서, 네트워크를 이용하려는 사용자 노드에서 통신을 위해 필요한 경로를 요구하는 단계; 상기 사용자 노드가 통신하고자 하는 목적지 노드가 상기 사용자 노드의 관리 존 범위 내 인지 여부를 판단하는 단계; 상기 사용자 노드의 관리 존 범위 내인 경우에는, 상기 사용자 노드가 IARP를 이용하여 패킷을 상기 목적지 노드로 전달하는 단계; 및 상기 사용자 노드 및 상기 목적지 노드는, 가용 자원의 양을 참조하여 가용 자원값을 각각의 내부에 구현된 IARP 라우팅 테이블에 갱신하는 단계를 포함하고, 상기 IARP를 위한 제어 패킷은 QoS 관련 파라미터를 포함하며, 상기 QoS 관련 파라미터는, 메트릭 형식 및 메트릭 값을 포함하고, 상기 메트릭 값은 상기 메트릭 형식 각각에 해당하는 상기 가용 자원의 양을 표시하는 것을 특징으로 한다.

##### 대표도

##### 도 7

##### 색인어

ZRP, 네트워크, 프로토콜

##### 명세서

##### 도면의 간단한 설명

도 1은 ad hoc 네트워크의 간단한 일례를 나타낸 예시도,

도 2는 종래의 유선 네트워크와 이동 ad hoc 네트워크 간의 차이를 나타낸 예시도,

도 3은 본 발명의 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법에 적용되는 ZRP(Zone Routing Protocol)의 구조를 나타낸 예시도,

도 4는 IARP 존 구성을 나타낸 예시도,

도 5는 BRP의 쿼리 전파를 나타낸 예시도,

도 6은 라우팅 존 최적화 과정을 위한 그래프,

도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법 중 자원예약 방법을 나타낸 동작흐름도,

도 8a는 IARP를 위한 제어 패킷의 포맷을 나타낸 예시도,

도 8b는 IERP를 위한 제어 패킷의 포맷을 나타낸 예시도

도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법 중 경로설정 방법을 나타낸 동작흐름도.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법에 관한 것으로, 기존의 인프라스트럭쳐가 어떠한 이유에서 사용할 수 없는 상황이 발생했을 때나 또는 통신 대역의 효율적 사용을 위해 지역적으로 임시망을 구성하여 통신하는 방법을 제공할 수 있는 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법에 관한 것이다.

지난 수년 동안 통신과 네트워크 분야에 엄청난 발전이 있었으며 무선 환경에서의 이동통신 사용자들 간의 통신서비스는 점점 인기를 얻고 있다. 또한 랩톱(laptop) 컴퓨터 및 무선모뎀이나 무선 랜 장치의 발달에 힘입어 무선 데이터 통신 시장은 앞으로도 계속해서 발전할 것으로 예상되고 있다. 이러한 무선 데이터 통신의 발전은 새로운 분야의 발전 가능성을 제시하고 있으며 그 중 대표적으로 주목받고 있는 분야가 이동 ad hoc 네트워크이다.(MANET : Mobile Ad Hoc Network)

무선 환경에서 두 사용자간에 통신을 할 수 있게 하는 방법은 두 가지가 있다. 첫 번째 방법은 기존 인프라스트럭쳐(in infrastructure)를 이용한 방법으로 두 단말이 자신의 통신범위 안에 있는 가장 가까운 기지국(base station)을 찾아 접속한 다음 기지국에 연결되어 있는 유선망을 통해 통신하는 방법이다. 이러한 방법에서 제기되는 문제점은 대개 핸드 오프(handoff)에서 나타난다. 두 개의 기지국 사이를 짧은 지연과 패킷의 손실 없이 이동하는 것을 보장하는 것이 반드시 보장되어야만 하며 이러한 동작을 위한 많은 기법이 연구 중에 있다. 또 다른 문제점은 이런 방식은 기존의 인프라스트럭쳐가 제대로 동작을 하는 곳에서만 사용자 단말의 정확한 동작으로 보장해준다는 점이다. 만약 기존 인프라스트럭쳐가 어떤 이유로는 동작을 하지 않는다면 단말들은 전혀 통신을 할 수가 없다.

이와는 반대되는 개념으로 두 번째로 가능한 통신 방법은 인프라스트럭쳐없는 무선망을 사용하는 방법이다. 이러한 방을 소위 ad hoc 망이라 부르며 이때에는 이동 단말들이 기존에 설치된 구조물이나 운영자의 노력없이 스스로 임시망을 구성하여 통신을 하게 된다. ad hoc 망은 기존의 인프라스트럭쳐가 어떠한 이유에서 사용할 수 없는 상황이 발생했을 때나 또는 통신 대역의 효율적 사용을 위해 지역적으로 임시망을 구성하여 통신하는 방법을 제공하여 기존의 통신방법의 보완책으로 현재 각광받고 있다.

ad hoc 망에서 각 이동 단말들은 다른 단말들에게 패킷을 전달하고 연결성을 유지하기 위한 특화된 라우터로서의 역할이 필요하게 된다. 하지만 이동성이 많은 단말들이 임시로 망을 구성하여 망 자체가 유기적으로 자주 변하며 무선 환경에서의 잦은 연결실패로 인한 불안정한 환경 때문에 기존에 유선 환경에서 쓰이던 라우팅 프로토콜들은 ad hoc 망에 적합하지 않게 되는 문제점이 있다.

일반적으로, 무선 ad hoc 네트워크라 함은 사전에 설치된 인프라스트럭쳐없이 이동 노드들이 임시적인 망을 구성하는 것을 말한다. 각각의 노드들은 무선 인터페이스를 가지고 있으며 무선이나 적외선 통신 등을 이용하여 서로 간에 통신을 한다. 무선 인터페이스를 통하여 직접 통신하는 랩톱 컴퓨터와 PDA(Personal Digital Assistance)가 ad hoc

네트워크의 한 예가 될 수 있다. ad hoc 네트워크에 속하는 노드(node)들은 이동할 수도 있고 정지된 상태로 있을 수도 있다. 도 1은 ad hoc 네트워크의 간단한 일례를 나타낸 예시로로서, 노드 A와 노드 D는 서로 통신할 수 있는 범위를 벗어나 있다. 하지만 가운데 있는 노드 B와 노드 C를 통하여 패킷을 주고받을 수 있다. 이때에는 노드 B와 노드 C는 4개의 노드로 형성된 Ad hoc 네트워크에서 라우터 역할을 하게 된다.

ad hoc 네트워크는 중앙 집중적인 관리 권한을 가진 어떠한 노드도 필요로 하지 않는다. 이러한 방식은 전체 망을 구성하는 노드들 중 하나의 노드가 이동하여 통신 범위를 벗어나거나 어떠한 노드가 통신 능력을 상실하였다 하여 전체 망의 붕괴를 가져오지 않게 보장해 준다. 이동 ad hoc을 구성하는 노드들은 제한된 전송범위를 가지고 있기 때문에 서로 간에 통신을 하기 위해 중간에 여러 흡을 거쳐서 통신을 하는 것을 필요로 한다. 따라서 ad hoc 네트워크에 참여하고자 하는 모든 노드들은 다른 노드에게 패킷을 전달할 수 있는 능력을 가지고 있어야 한다. 그러므로 ad hoc 네트워크 상의 모든 노드들은 호스트와 라우터 두 가지 역할로 동작을 한다. 또한 ad hoc 네트워크는 망의 구성 변화나 노드에서의 오동작에 대해 대처할 수 있는 능력을 가지고 있어야 한다. 이러한 망의 변화나 실패는 네트워크의 재구성을 통해서 고쳐진다. 예를 들어 한 노드가 네트워크 범위에서 벗어나서 링크의 실패를 가져오게 되면 이에 영향을 받는 노드들은 전에 유지하던 경로에 대한 새로운 경로를 요구하게 되고 상호 네트워킹을 위한 다른 경로를 찾음으로써 문제를 해결하게 된다. 이런 동작으로 인한 전송 지연이 약간 증가하게 되지만 네트워크는 계속적으로 동작 가능한 상태로 남아 있게 된다.

이동 ad hoc 네트워크가 기존의 다른 네트워크와 다른 특징은 다음과 같이 요약될 수 있다.

1. 동적인 망구성 : ad hoc 네트워크의 노드들은 이동성을 가지며 네트워크에 동적 그리고 임의적으로 접속될 수 있다. 결과적으로 네트워크의 망구성은 시간에 따라 임의대로 바뀌며 예측할 수 없다. 이러한 특성은 노드를 다른 네트워크로부터 고립되어 분리시키기도 한다. 심지어는 분할된 네트워크로 구성되기도 한다. 또한 ad hoc 망 안에는 단방향과 양방향 경로가 혼재하며 송신과 수신의 파라미터를 조정하는 것이 망구성의 변화에 영향을 주기도 한다.
2. 자원 제약 : 이동 ad hoc 네트워크가 기존의 고정된 네트워크에 비해 가장 큰 특징을 가지는 점은 바로 활용 자원의 제약을 가진다는 점이다.

이러한 제약은 링크 자체가 가지는 것이거나 호스트 노드 자체의 제약일 수 있다.

- 대역폭 제한 : 무선 네트워크의 대역폭의 대폭적인 증가가 있었지만 아직까지는 고정된 유선 네트워크에서 사용 가능한 자원에 비하면 무선 자원은 아직 많이 부족한 편이다.

이동 ad hoc 네트워크는 종종 대역폭과 전송지연이 변하는 특성을 가진 이질적인 네트워크에서 동작을 한다. 게다가 무선 링크는 페이딩(fading)이나 잡음, 간섭, 경로손실 같은 여러 오류의 영향을 받는다. 따라서 실질적인 대역폭은 무선 채널의 최대 전송률 보다 훨씬 작게 된다. 실제로 수신된 신호가 매우 빈약하거나 여러 비트의 에러와 결합되어 있을 수도 있다. 이동 네트워크는 고정된 유선 네트워크의 확장된 영역으로 자리 잡고 있기 때문에 사용자는 유선환경에서 사용하던 서비스를 이동 ad hoc 네트워크 같은 무선 환경에서도 계속적으로 받기를 원한다. 광범위한 대역폭을 요구하는 멀티미디어 서비스의 증가와 여러 컴퓨팅 시스템의 증가로 대역폭과 링크 환경에 대한 요구는 점점 높아지고 있다. 하지만 이러한 요구는 무선 링크의 작은 대역폭과 높은 에러 환경 때문에 혼잡발생을 종종 일으키며 때로는 혼잡발생이 예외적으로 발생하는 것이 아니라 항상 예상해야 하는 일로 간주되기도 한다.

- 에너지 제한 : 이동 노드들은 전원의 공급원으로 전적으로 배터리에 의존한다. 따라서 에너지 소비를 줄이기 위한 시스템과 응용프로그램의 효과적인 개발은 ad hoc 네트워크의 복잡성을 더하게 된다. 배터리 기술이 많이 발전되기는 하였지만 아직까지 무선 환경에서 만족할 만한 성능을 내기에는 부족한 면이 많다고 할 수 있다.

- 노드의 능력의 제한 : 이동 ad hoc 네트워크에서는 각 노드들의 프로세서들이 작은 크기의 단말에 장착되게 된다. 이는 프로세싱의 능력을 제한하고 또한 데이터 저장 공간도 제한하게 된다. 이러한 환경은 전통적인 클라이언트 서버 모델이나 여러 응용프로그램 노드에서의 처리 능력들이 다시 고려되어야 함을 의미한다.

3. 제한된 물리적 보안 장치 : 이동 무선 네트워크는 장치의 분실 가능성 또는 데이터의 보안이 보장되지 않는 채널로의 전송 등으로 인해 기존의 유선망에서보다 안전하지 못하다. 이는 이동 ad hoc 망 자체가 안전한 보안 알고리즘을 제공하기에는 적합하지 않은 동적인 망구성, 노드의 제한된 프로세싱 능력들의 여러 환경에 기인한다. 따라서 도청, 위장, 서비스 거부 등의 다양한 형태의 공격으로부터 안전한 방을 구성하기 위한 주의 깊은 노력이 필요로 한다.

4. 자율적인 망관리 : 이동 ad hoc 네트워크에는 중앙 집중적인 어떠한 관리 객체가 존재하지 않는다. 모든 노드들은 망 구성에 대해 스스로 관리해야 한다. 네트워크는 인프라스트럭처가 없이 스스로 동작한다.

한편, ad hoc 네트워크는 70년대 말부터 80년대 초 사이의 미국에서의 군사 분야 연구과정에서 시작되었다. 군작전

시 지휘통신시설의 파괴로 인한 군에서의 통신 불가능 사태를 방지하고자 비상시의 상황에 쓰이게끔 고안되어 발전되어왔으며 주로 재난상황이나 군작전시에 주로 사용할 목적으로 개발되었다. 하지만 여러 단말장치와 통신장비의 비약한 발전으로 인하여 그 사용범위가 점점 확대되어질 것으로 예상되고 있다. 현재 제시되고 있는 사용범위는 회의장에서 문서공유 및 군에서 사용되는 인프라 스트럭쳐의 강화에 이르는 등 다양하게 제시되고 있다. 대표적으로 몇 가지 예를 들어 살펴보면 다음과 같다.

1. 그룹 통신 : 군사적인 응용분야는 그룹 통신의 한 예에 불과하다. 어떠한 즉흥적인 회의에서 MANET은 아주 간편히 사용될 수 있다. 그러한 상황에서 MANET은 특별한 망 구성을 위한 설정없이 임시적인 통신을 가능하게 한다. 또한 기존의 인프라스트럭쳐가 어떠한 이유에서든지 동작을 하지 않을 때 대안으로 사용될 수 있다.
2. 개인 통신 : PAN(Personal Area Networking)은 어떤 사용자를 중심으로 그가 지닌 장치들 간의 통신을 의미한다. 가까운 미래에 사용자는 통신이 가능한 장치를 지갑, 안경, 허리띠, 손, 주머니 등 어디에나 지니고 있을 수 있다. 이러한 모든 장치들이 사용자로부터 매우 가까운 거리에 위치하여 PAN을 형성한다. 이러한 기기들 간의 통신에서 MANET은 매우 간편하고도 쉬운 네트워킹을 구성할 수 있다.
3. 임베디드(Embedded) 장치의 응용과 홈 컴퓨팅(home computing) : 현재의 통신기술의 발전상에 비추어볼 때 며지않아 TV, 냉장고, 에어콘, 냉각기, 침입경보 시스템 등에 'intelligent' 시스템이 도입될 것이고, 현재 이러한 기술들을 적용한 가전 제품들이 출시되고 있는 상황이다. 이런 장치들 간의 통신에 ad hoc 네트워크가 응용될 수 있다.

그러나, 현재 MANET의 성공적인 도입에 있어서, 첫째로, 무선 환경에서 제공될 수 있는 대역폭은 유선환경보다 적으며 이는 앞으로도 크게 바뀌지는 않을 것이므로, 이러한 환경에 의해 ad hoc 네트워크의 전체 성능이 크게 제한되는 문제점이 있다. 둘째로, 현재 무선통신을 위한 기술들과 표준들이 계속해서 증가해나가고 있고, 각 기술이나 표준들은 무선 환경 전체에서 어떤 작은 부분에 초점을 맞추어 문제점을 해결하고 있으나, 이러한 다양한 특성은 무선 환경에서의 여러 문제를 해결하기 위한 광범위한 해법들을 제공할 뿐만 아니라 아직 이러한 표준들과 기술들이 어떻게 상호작용 할지에 대한 공통적인 합의가 있지도 않으며 기업들이 사업상 고려해야 할 요소들도 그것 나름대로의 역할을 하고 있는 상황이므로, 비슷한 문제가 MANET에서도 발생할 수 있음에도 불구하고, ad hoc 네트워크의 커다란 문제점을 가운데 속한 세부적인 사항들을 해결하기 위한 다양한 해법들만 제안될 뿐 MANET 전체를 어우르는 표준작업은 아직 진행되고 있지 않은 문제점이 있다. 세째로, ad hoc 네트워크의 특성상 테이터의 전달을 위해 여러 노드를 거쳐 통신을 해야 하며 보안을 위한 키 분배 방식이나 인증서버 같은 시설의 도입이 힘들기 때문에 보안상 허점이 발생하는 문제점이 있다. 마지막으로, 사용자들의 관심이나 성향이 ad hoc 네트워크의 장래에 지대한 영향을 미칠 수도 있다. 즉, ad hoc 네트워크에서는 모든 사용자들이 네트워킹을 위한 공통적인 역할을 하게 된다고 가정되므로, 어떻게 악의적인 사용자나 비협조적인 사용자를 ad hoc 네트워크에 참여하도록 하기 어려운 문제점이 있다.

도 2는 전통적인 유선 네트워크와 이동 ad hoc 네트워크 간의 차이를 나타낸 예시도로서, 이에 관하여 설명하면 다음과 같다.

먼저, 전통적인 고정된 인터넷은 호스트 또는 라우터가 적은 이동성을 지니며 안정적으로 동작을 한다. Mobile IP는 이러한 고정 인터넷에 좀더 유연한 이동성을 제공하는 기법을 제공하지만 여전히 유선망과의 접속을 필요로 하고 있다. 도 2에 도시된 바와 같이 이동 ad hoc 네트워크는 모든 노드들이 이동성을 지니며 각각이 라우터 역할을 하고 또는 어떠한 부분은 유선망과도 연결되어 있다. 이러한 이동 ad hoc 네트워크에서 동작하는 통신 프로토콜은 적응적으로 동작하여야 하며 스스로 망을 구성하고 2.2절에서 설명한 바와 같은 여러 제한조건들을 충족시켜야만 한다. 유선망과 관련된 전통적인 라우팅 프로토콜은 이동 ac hoc 네트워크에서는 심각한 자원낭비와 망 변화에 대한 느린 적응성 때문에 제대로 사용될 수 없다. Ad hoc 네트워크의 초기과정인 DARPA(Defense Advanced Research Project Agency)에서의 패킷 무선 네트워크에서부터 수많은 프로토콜들이 이동 ad hoc 네트워크를 위해 개발되었다. 이러한 네트워크는 ad hoc 네트워크의 특성을 고려하여 기존 네트워크와는 다른 특징과 요구사항을 지니며 여기에 사용되는 라우팅 프로토콜은 그러한 특징과 요구사항을 만족시켜야만 한다. ad hoc 네트워크를 위해 제안되는 프로토콜은 전체 무선 네트워크를 위한 광범위한 문제들 중 일부를 해결하는 방안으로 제시되고 있다. 현재까지 무선 네트워크를 위한 모든 문제를 해결한 라우팅 프로토콜은 제시되지 않고 있다. 무선 네트워크를 위한 다양한 요구사항과 여러 상황에서의 서로 다른 단말들의 능력에 이러한 문제점들이 기인하고 있다.

고정된 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜의 연구는 잘 이루어져 있으며 현재 공중 인터넷 망을 비롯한 여러 유선망에서 안정적으로 사용되고 있다. MANET에서의 기본적인 접근 방법도 유선망과 같은 방법을 사용한다. MANET이 요구하는 라우팅 프로토콜도 네트워크 구성의 변화의 검출이나 적응 그리고 안정성과 수렴성 등 유선망에서 요구하는 사항을 포함한다. 그러나 유선망과 MANET 사이에는 큰 차이점이 있다. 유선망에서는 정적인 특성이 주를 이루고 동적으로 변하는 사건은 덜 자주 일어나게 된다. 반면에 MANET은 선천적으로 항상 동적이다.

라우팅 함수는 3가지의 논리적 구성요소를 가지고 있다. 이는 i) 라우팅 알고리즘, ii) 제어 메시지, iii) 라우팅 테이터이다.

먼저, 라우팅 알고리즘은 어떻게 라우팅이 이루어질 수 있는지를 기술한 논리적인 구조를 말한다. 라우팅을 실제로 구현하기 위해서는 어느 정도의 제어 메시지의 교환이 필요하며 어떻게 이러한 제어 메시지를 교환할지 어떤 메시지를 교환 할지 무슨 형태를 지니고 있을지는 라우팅 알고리즘에 의해서 결정된다. 라우팅 테이블은 라우팅을 위한 정보들을 유지하고 새로 추가하기 위한 정보 데이터를 말한다. MANET에서는 위에서 말한 라우팅 기능을 위한 3가지 논리적 요소에 다음과 같은 제약 사항을 더하게 된다.

- 이동성이 라우팅 알고리즘에 영향을 준다.
- 대역폭이 제한이 제어 메시지 전송에 영향을 준다.
- 노드의 능력의 제한이 라우팅 데이터의 선택에 영향을 준다.

기존의 유선 라우팅 프로토콜이 ad hoc 망에서 제대로 동작하지 않기 때문에 다음과 같은 특성을 가지는 라우팅 프로토콜이 ad hoc 망에서 요구된다.

- 분산된 동작 : 프로토콜 설계시 각 노드의 동작은 분산적으로 동작하여야 한다. 중앙 집중적인 제어 노드가 존재하지 않는다. 이는 정적인 노드에도 똑같이 적용된다. 각 노드들은 이동성을 지니기 때문에 ad hoc 망으로의 진입과 탈퇴가 자유롭게 이루어져야 한다.
- 순환방지(loop free) : 전체적인 망 성능을 향상시키기 위해 라우팅 프로토콜에서의 경로 설정이 loop-free 기능을 만족해야 한다. 이는 대역폭과 CPU의 낭비를 방지한다.
- 요구에 의한 동작 : 망 관리의 오버헤드(overhead)를 최소화하고 네트워크의 자원의 낭비를 막기 위해 프로토콜은 on-demand 방식으로 동작하여야 한다. 이는 프로토콜이 필요에 의해서만 동작을 하여 주기적인 브로드캐스팅 없이 사용되어 무선 네트워크의 자원의 낭비를 막기 위함이다.
- 단방향 경로지원 : 노드들의 전송 거리의 차이 및 여러 무선 환경에 의해서 무선 네트워크를 망의 여러 부분이 단방향 경로를 구성할 수 있다. 양방향 경로의 지원뿐 아니라 이러한 단방향 경로의 지원이 전체 라우팅 프로토콜의 성능을 높일 수 있다.
- 보안성 : 무선 환경은 보안상 여러 취약점을 지니며 특히 위장공격(impersonation attack)에 취약하다. 라우팅 프로토콜로부터 좀더 신뢰성 있는 전송을 보장하기 위해 일종의 예방적인 보안 메커니즘이 필요하다. 사용자 인증과 데이터의 암호화가 이런 문제를 해결할 수 있는 대안으로 제시될 수 있지만 ad hoc 네트워크 상에서의 키 분배과정이나 관리가 문제가 될 수 있다. 보안을 위한 또 다른 방법으로 전송하는 모든 패킷의 터널링을 이용하는 IP-sec[4]을 이용한 보안 기법도 논의되고 있다.
- 전력 보존(Power Conservation) : ad hoc 네트워크 상의 모든 노드들은 랩톱 컴퓨터나 PDA 같은 제한된 배터리 용량에 의존하는 기기들이다. 따라서 네트워크를 오래 지속시키기 위한 일종의 대기(stand-by) 상태를 지원해야 한다. 여러 기법들이 제안되고 있으며 라우팅 프로토콜에서는 슬립 모드(sleep-mode)의 지원이 중요하다.
- 다중 경로 지원 : 망 상태의 변화와 혼잡에 따른 연결 실패에 따른 프로토콜의 반응을 최소화하기 위해 다중 경로를 지원하는 프로토콜이 장려된다. 하나의 경로가 제대로 동작하지 않을 시 새로운 경로를 찾는 과정없이 즉각적으로 대체 경로를 이용한 통신이 가능할 시 ad hoc 네트워크의 효율성을 높일 수 있다.
- QoS 지원 : ad hoc 네트워크가 미래의 대안 통신으로 성공적으로 정착하고 효율적으로 사용되기 위해선 일종의 QoS(Quality of Service)의 지원이 필요하다. 이런 특성의 지원은 ad hoc 네트워크의 사용 범위와 빈도수를 크게 증가 시킬 수 있다. 예를 들어 실시간 멀티미디어 전송을 가능하게 하기 위해선 QoS의 지원이 필수적이다. 현재까지 어떤 ad hoc 라우팅 프로토콜도 QoS의 지원까지 고려되어 설계되고 있지는 않다. 하지만 현재 계속적으로 발전하는 멀티미디어 어플리케이션과 라우팅 프로토콜의 요구사항에 비추어 볼 때 머지 않아 QoS 지원을 가능하게 하는 여러 ad hoc 라우팅 프로토콜이 제안될 것이라 생각된다. ad hoc 라우팅 프로토콜에서 QoS를 위한 가장 기본적인 기능은 최단 거리 및 최적의 경로를 찾는 과정 이외에 QoS 파라미터를 만족하는 경로를 찾는 과정에 있다고 할 수 있다.

수 많은 라우팅 프로토콜이 MANET을 위해서 제안되었다. 각각의 라우팅 프로토콜은 이러한 논리적 구조들과 연관된 어떤 문제들을 해결하고자 제안되었다. 모든 알고리즘은 초기의 라우팅 테이터를 구성하기 위해 일종의 플러딩(flooding) 형태의 기법을 사용한다. 라우팅 정보를 갱신하는 방법에 따라 프로토콜을 분류하는 데, 먼저, 중앙집중형(centralized) 알고리즘은 모든 경로 설정이 네트워크의 한 노드로부터 결정된다. 반면, 분산형(distributed) 알고리즘은 경로 설정에 대한 계산을 네트워크 상의 모든 노드들이 분담해서 하게 된다. 한편, 경로의 변경을 트래픽 입력 패턴에 따라 어떻게 결정하는지에 의해 정적(Static) 및 적응적(Adaptive) 방식으로 프로토콜을 분류할 수 있다. 정적(static)

알고리즘은 경로가 트래픽의 상태와는 상관없이 발신지-목적지 쌍으로 구성된다. 이 경우에 경로가 변경되는 경 우는 기준의 경로나 노드가 제대로 동작하지 않을 때 뿐이다. 이런 형태의 알고리즘은 광범위하게 트래픽 입력이 변하는 네트워크 상에서는 높은 스루풋(throughput)을 낼 수 없다. 대부분의 패킷 네트워크는 발신지-목적지 경로가 트래픽 혼잡의 상태에 따라 변할 수 있는 일종의 적응적(adaptive) 방식을 사용한다. 또한, ad hoc 라우팅 프로토콜의 분류에 가장 많이 쓰이는 방법으로 프로액티브(Proactive) 방식은 계속해서 자신의 네트워크안의 모든 노드에 대해 경로를 유지하려고 노력한다. 따라서, 이 방식을 사용할 경우 목적지에 대한 경로가 필요할 때 즉각적으로 사용할 수 있는 경로를 항상 관리하게 된다. 거리 벡터(Distance-Vector) 방식이 대표적으로 사용된다. 반면에, 리액티브(Reactive) 알고리즘은 필요에 의해서만 경로설정을 하게 된다. 전통적인 플러딩(flooding) 방식이 리액티브(reactive) 프로토콜의 종류에 속하게 된다.

ad hoc 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜을 디자인함에 있어 가장 중요한 문제점 중에 하나는 패킷의 경로를 결정함에 수시로 변하는 망의 구조 중에서 최소한 자신의 이웃한 노드로부터 경로설정에 관련된 정보를 필요로 한다는 점이다. 게다가 네트워크에 속해있는 노드의 수가 증가함에 따라 목적지로 정해지는 노드의 수도 증가하며 그에 따라서 노드들 사이에 많은 양의 라우팅 업데이트, 라우팅 테이블 같은 정보의 교환이 필요하게 된다. 이러한 트래픽은 무선 환경을 통해 전파되며 상당한 양의 자원을 소모하게 된다.

일반적으로, 기존에 사용되는 라우팅 프로토콜은 리액티브(reactive) 및 프로액티브(proactive)의 두 가지 방법으로 분류될 수 있다. 프로액티브(proactive) 프로토콜은 주기적으로 네트워크안의 경로 정보를 갱신하며 따라서 현재 사용 가능한 경로정보가 다른 노드로 계속해서 전파된다. WRP(Wireless Routing Protocol), DSDV(Destination-Sequenced Distance-Vector)와 같은 거리 벡터(Distance-Vector) 프로토콜 계열을 이러한 프로액티브(proactive) 프로토콜의 예로 들 수 있다.

리액티브(Reactive) 프로토콜은 이와 반대로 목적지에 대한 요구가 있을 때에만 경로 설정 과정이 진행된다. 따라서 어떤 목적지에 대한 경로가 필요할 때에만 경로 설정 과정이 진행된다. 따라서 어떤 목적지에 대한 경로가 필요할 때에만 망 전체에 걸쳐 경로요구 같은 패킷이 전파된다. DSR(Dynamic Source Routing), AODV(Ad-hoc On demand Distance Vector Routing), TORA(Temporally Ordered Routing Algorithm) 같은 프로토콜을 플러딩(Flooding) 방식의 리액티브(reactive) 라우팅 프로토콜의 예로 들 수 있다.

프로액티브(proactive) 방식의 장점은 어떤 목적지에 대한 경로가 요구될 때 바로 그 목적지에 대한 경로가 제공될 수 있다는 점이다. 이와 반면에 리액티브(reactive) 방식은 즉각적으로 사용될 수 있는 경로가 없기 때문에 라우팅 요구, 라우팅 응답 등의 패킷 등을 망 전체에 전파시켜 경로를 찾으며 이에 따른 지연이 경우에 따라 상당히 커질 수 있다. 게다가 망 전체에 대한 패킷의 전파는 무선 자원의 낭비를 초래하게 된다. 이러한 긴 시간동안의 지연과 과다한 제어 패킷의 전송으로 순수한 리액티브(reactive) 라우팅 프로토콜은 실시간 통신에 적합하지 않게 되는 경우가 많다. 그러나 망 자체가 계속적으로 변하는 ad hoc 네트워크의 특성상 순수 프로액티브(proactive) 라우팅 방법을 사용할 경우 필요로 하지도 않는 노드에 대한 경로 유지를 위해 상당량의 제어 패킷의 교환이 일어나게 되며 이 또한 무선 자원의 심각한 낭비를 초래하는 문제점이 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기 문제점을 해결하기 위하여 안출된 본 발명은, ad hoc 네트워크에 적합한 라우팅 프로토콜로 제안될 수 있는 라우팅 프로토콜로서, 수요(on-demand)에 의해 필요한 노드에 대한 경로를 찾으며 경로 설정 과정에 소비되는 비용을 최소화할 수 있는 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법은, 자원 예약 방법에 있어서, 네트워크를 이용하려는 사용자 노드에서 통신을 위해 필요한 경로를 요구하는 단계; 상기 사용자 노드가 통신하고자 하는 목적지 노드가 상기 사용자 노드의 관리 존 범위 내 인지 여부를 판단하는 단계; 상기 사용자 노드의 관리 존 범위 내인 경우에는, 상기 사용자 노드가 IARP를 이용하여 패킷을 상기 목적지 노드로 전달하는 단계; 및 상기 사용자 노드 및 상기 목적지 노드는, 가용 자원의 양을 참조하여 가용 자원값을 각각의 내부에 구현된 IARP 라우팅 테이블에 갱신하는 단계를 포함하고, 상기 IARP를 위한 제어 패킷은 QoS 관련 파라미터를 포함하며, 상기 QoS 관련 파라미터는, 메트릭 형식 및 메트릭 값을 포함하고, 상기 메트릭 값은 상기 메트릭 형식 각각에 해당하는 상기 가용 자원의 양을 표시하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법은, 경로 설정 방법에 있어서, 사용자 노드가 패킷을 QoS 별로 분류해서 보내는 단계; 및 경로 노드가 각각 스케줄링 알고리즘에 의하여 상기 패킷

을 처리하는 단계를 포함하고, 상기 스케줄링 알고리즘은, DWRR인 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여 본 발명의 가장 바람직한 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

도 3은 본 발명의 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법에 적용되는 ZRP(Zone Routing Protocol)의 구조를 나타낸 예시도로서, 이에 관하여 설명하면 다음과 같다.

ZRP(Zone Routing Protocol)는, 프로액티브(proactive) 방식과 리액티브(reactive) 방식이 혼합되어 사용되는 프로토콜로서, 프로액티브(proactive)한 방법을 사용하지만 제한된 범위 안에서 사용하며 한편으로는 리액티브(reactive)한 방법도 사용되지만 모든 네트워크로의 전파를 사용한 경로설정 과정이 아닌 특정 선택된 노드를 통해 네트워크 전체에 대한 검색 방법도 사용된다. 라우팅 프로토콜이 효율적이기 위해선 네트워크 망 구성의 변화가 국소적으로 영향을 미쳐야만 한다. 새로운 링크의 생성이나 변화는 국소적인 의미에서 만 중요한 의미를 가지며 망 전체적으로 봐서는 큰 영향을 주지 않는 것이 좋다. 망 전체를 대상으로 한 프로액티브(proactive) 라우팅 프로토콜은 그러한 국소적인 변화도 망 전체에 많은 자원을 소비해 가면서 전파를 하게 된다. ZRP는 이러한 전파를 라우팅 존으로 관리되는 이웃에 대해서만 제한하여 망 구성변화 전파에 대한 비용을 줄이게 된다.

도 3을 참조하면, NDP(Neighbor Discovery Protocol)은 MAC(Media Access Control) 프로토콜로서 'Hello' 비콘 시그널을 주기적으로 브로드캐스팅(broadcasting)하고 이웃의 'Hello' 비콘 시그널을 받음으로써 이웃 노드와의 연결 상태를 인지하는데 사용된다. 이 연결 상태 정보를 프로액티브(proactive) 라우팅 프로토콜인 IARP(Intrazone Routing Protocol)에 전달하고 IARP는 존 반경(zone radius)이라 불리는 파라미터 보다 크지 않게 흡 단위로 최소 거리의 노드들을 모아 라우팅 영역을 형성하게 된다. 네트워크 내의 모든 노드들은 자신의 라우팅 영역을 모두 유지하며 이웃 노드의 라우팅 영역과 겹쳐질 수 있다. IARP는 자신의 영역 내의 링크 상태 정보를 유지하며 영역 내에서 패킷 전송을 실시간으로 담당하게 된다. 영역 내에 목적지 노드가 없을 시 IERP(Interzone Routing Protocol)를 사용하게 되는데 경로 발견을 위해 기존의 브로드캐스트(broadcast) 기반의 경로 발견과 다른 BRP(Bordercast Resolution Protocol)로 알려진 메시지 분산 서비스를 이용하게 된다.

BRP는 기존의 이웃 노드에 대한 무조건적인 패킷 브로드캐스트(broadcast)가 아닌 라우팅 영역의 경계에 위치한 주변노드(peripheral nodes)에게 직접적인 쿼리(query)를 전달하는 방식으로 이 쿼리(Query) 제어 기법은 라우트 쿼리(query) 트래픽의 양을 줄이는 효과가 있다. IERP의 과정은 기존의 라우트 발견 프로토콜의 경우와 거의 유사하다. 소스 노드는 쿼리(query) 패킷을 생성하여 보더캐스트(bordercast) 알고리즘에 의해 결정된 아웃 노드를 통해 쿼리(query) 패킷이 중계되고 이 패킷을 받은 노드는 자신의 영역 안에 목적지 노드가 포함되어 있는지 검사한 후 있다면 라우트 응답(reply) 패킷을 소스에게 되돌려 보내어 경로를 설정하고 그렇지 않다면 다시 쿼리(query)를 보더캐스트(bordercast)한다.

존(Zone) 라우팅에서는 국소적인 목적지를 가진 노드에 대해서는 프로액티브(proactive) 방법을 사용하여 경로를 관리한다. 정확히 말해서 존 반경(zone radius)로 정의되는 흡수의 파라미터보다 크지 않은 거리에 존재하는 노드는 라우팅 존으로 정의되며 이러한 노드들에 대해서 프로액티브(proactive) 방법을 사용하여 경로를 관리한다. 모든 노드들은 스스로 관리하는 자신의 라우팅 존을 가지고 있다. 주목할 만한 사항은 라우팅 존이 이웃하는 노드들의 라우팅 존과 겹쳐진다는 점이다. A를 중심으로 존 반경 2로 구성되는 라우팅 존은 다음 도 4와 같다.

도 4에서 노드 B부터 F까지는 A의 존에 속한다. 노드 G는 A의 라우팅 존 밖에 위치한다. A로부터 라우팅 존 반경인 2홉만큼 떨어져 있는 노드들을 주변노드들이다.

라우팅 존을 구성하기 위해서는 우선 각 노드들이 자신의 주변에 어떤 노드들이 위치하고 있는지를 알 필요가 있다. 이러한 정보는 polling 방식의 프로토콜을 사용할 경우에는 MAC(Media Access Protocol)을 통해서 바로 알 수 있으며 그렇지 않을 경우에는 NDP(Neighbor Discovery Protocol)을 구현함으로서 얻을 수 있다. NDP는 주기적인 Hello 비콘 시그널을 브로드캐스팅하는 단순한 프로토콜이다. 이러한 비콘을 수신함으로서 노드는 자신의 주변에 어떤 노드가 위치하고 있는지를 인지할 수 있게 된다.

이러한 이웃에 대한 정보는 IARP를 위해 사용되는 기본정보가 된다. 각각의 노드는 프로액티브(Proactive)한 방법을 사용하여 자신의 라우팅 존에 대한 경로를 유지한다. 여기에 쓰이는 IARP는 OSPF같은 전역적인 환경에서 쓰이는 프로액티브 링크 스테이트(proactive link state) 프로토콜을 변형하여 사용할 수 있다. OSPF 같은 기본 프로토콜을 라우팅 존의 범위에 한정된 부분에서만 동작하도록 하고 몇 가지 ZRP를 위한 변형사항을 고려하면 어떠한 프로액티브(proactive) 라우팅 프로토콜도 IARP로 사용될 수 있다. 기본적으로 IARP의 연결 상태 알림(link state advertisement)은 TTL(Time To Live) 값으로 제한되며 IERP에서도 항상성을 가지고 사용될 수 있어야 한다는 조건을 가진다.

ZRP에서는 IARP로 관리되는 노드를 제외한 노드와의 통신을 위해서 IERP를 사용하여 경로를 찾는다. IERP는 리액

티브(reactive) 프로토콜로서 목적지로 향하는 정보가 없을 경우에만 요구(on-demand) 방식으로 사용된다. 기존에 사용되는 어떤 리액티브(reactive) 프로토콜도 IERP를 위해 사용될 수 있다.

일반적으로, 리액티브(reactive) 라우팅 프로토콜의 경로발견은 경로요구와 경로응답 이렇게 두 가지 과정으로 나누어진다. 경로 요구과정은 자신의 경로 테이블 안에 목적지에 대한 정보를 가지고 있지 않은 노드가 시작하며 이 노드는 경로요구 패킷을 발생시켜 이웃 노드에게 전파시킨다. 이웃노드가 목적지로 향하는 경로를 가지고 있을 경우에는 그 경로를 발신노드에게 알려주며 그렇지 않을 경우에는 경로요구 패킷을 계속해서 전파시켜 나간다. 그 이후 들어오는 같은 목적지를 향하는 경로요구 패킷은 중복으로 간주되어 폐기된다. 경로요구 패킷은 네트워크의 경로를 따라 브로드캐스팅되어 목적지로 향하는 가능한 모든 경로를 발견하게 된다. 그러나 브로드캐스트의 단방향성 때문에 어떤 경우에는 노드들의 경로발견과정이 중복되기도 한다. 이러한 경우에는 노드들이 서로 동일한 목적지를 요구하는 경로요구 패킷을 자신의 이웃과 주고받아 중복된 경로 발견을 행하기도 한다. 따라서 최적화된 경로 탐색과정은 발신노드로부터 외부의 방향으로 퍼져나가며 이미 발견된 지역에 대한 탐색은 제외하는 방법이 되어야 할 것이다. 이러한 경로탐색과정을 위해서 IERP는 BRP(Broadcast Routing Protocol)을 사용하여 경로탐색 과정을 최적화 한다.

ZRP에서 사용하는 하이브리드(hybrid) 라우팅 프로토콜의 장점은 쿼리(query) 전파가 이미 알고 있는 존(zone)의 구성을 따라 전파될 수 있게 만든다. 즉 경로요구 패킷을 받은 노드는 자신의 라우트 캐시 참조하여 자신의 존안에 있는 노드들로 향하는 경로를 대표하여 응답해 줄 수 있다.

목적지로 향하는 경로가 얻어진 후 자신의 존의 구성에 대한 정보는 링크 연결 실패나 최적화 되지 않은 경로에 대한 대처에 사용될 수 있다. 이러한 결과는 경로의 라이프 타임(lifetime)을 연장시키며 경로에 대한 길이를 줄여 ad hoc 네트워크를 좀더 안정적으로 적은 패킷전달의 지연을 가능하게 한다. 이웃한 노드에 무선 전파 범위를 벗어날 경우 링크 연결실패를 초래하며 이 경로를 이용하는 데이터 플로우(flow)의 중단을 가져온다. 순수한 리액티브(reactive) 라우팅 프로토콜의 경우에는 끊어진 링크를 가진 어떠한 경로로 즉각적으로 실패하게 되고 엔드 투 엔드(end-to-end) 연결성을 보장하기 위해서 새로운 경로 발견 또는 복구과정이 수행되어야만 하며 새로운 경로가 발견되기 전까지는 노드로 들어오는 데이터 패킷이 폐기되거나 지연되거나 되어 어플리케이션의 성능을 떨어뜨린다.

이와 대조적으로 라우팅 존을 사용할 경우에는 노드가 자신의 이웃한 노드뿐만 아니라 자신의 존 안에 있는 모든 노드들에 대한 정보를 가지고 있으므로 링크 실패가 발생했을 경우 즉각적으로 새로운 경로로 대체할 수 있다.

어떠한 목적지에 대한 경로를 필요로 하는 노드는 먼저 목적지가 자신의 라우팅 존(zone) 안에 속하는지 확인한다. 만약 노드가 존 안에 있어 목적지로 가는 경로가 있을 경우 더 이상의 경로 발견과정은 필요하지 않다. 이와 반대로 목적지로 향하는 알려진 경로가 없을 경우 발신노드는 자신의 주변 노드로 보더캐스트 트리(bordercast tree)를 구성하여 주변노드로 향하는 이웃 노드에게 라우트 쿼리(route query) 패킷을 전달한다. 라우트 쿼리(route query) 패킷을 수신한 노드는 자신이 전달하는 쿼리(query)의 보더캐스트 트리(bordercast tree)에 속하는지를 확인한다. 만약 자신의 보더캐스트 트리(bordercast tree)의 멤버가 아니라 판명되면 간단히 쿼리(query)의 수신을 기록하고 메시지를 폐기한다. 노드가 전달되는 노드의 보더캐스트 트리(bordercast tree)에 속할 경우에는 쿼리(query)의 목적지가 자신의 라우팅 존 안에 속하는지를 살펴서 목적지로 향하는 경로가 있을 경우 라우트 응답(route reply)을 발신노드로 보내며 그렇지 않을 경우에는 자신의 주변노드로 보더캐스트 트리(bordercast tree)를 구성하여 계속해서 패킷을 전달하게 된다. 이러한 과정 중에 중복된 쿼리(query)의 전파를 막기 위해 라우팅 쿼리(routing query)를 처리한 노드는 자신의 존이 cover되었다고 간주한다.

도 5에 의하면 존 반경(zone radius)은 2홉이고 노드 A가 노드 L에게 전송할 데이터가 있다고 가정해보면 먼저 노드 A는 자신의 존(zone) 안에 노드 L이 있는지 살펴본다. 위의 예에서는 노드 L이 A의 범위 밖에 있으므로 노드 A는 자신의 주변(peripheral) 노드인 D, E, F, G로 보더캐스트 스패닝 트리(bordercast spanning tree)를 구성하여 라우트 쿼리(route query)를 전달하기 위해 노드 B, C로 이 쿼리(query)를 전달한다. 이 노드들도 자신의 존(zone) 안에 L이 있는지를 살핀다. 여기서도 노드 L이 발견되지 않기 때문에 B, C도 또한 자신의 보더캐스트 트리(bordercast tree)를 구성하여 쿼리(query)를 전달한다. 노드 B의 경우 자신의 주변(peripheral) 노드 중 커버(cover)되지 않은 노드 F, H, J로 전달하기 위해 E와 G로 쿼리(query)를 전달한다. C, M은 A의 라우팅 존(routing zone)에 속하기 때문에 제외된다. 노드 G의 경우 자신의 존(zone) 안에 L이 포함되어 있기 때문에 더 이상 쿼리(query)를 전달하지 않고 발견된 경로인 A-B-G-J-L을 포함하는 라우트 응답(route reply)을 A에게 보낸다. 전체 보더캐스트(bordercast) 경로 발견 과정을 다음 표에 나타내었다.

[ 표 1 ]

이전 노드	현재 노드	peripheral 노드		전달할 노드
		Covered	Uncovered	
	A		E,D,F,G	B,C
A	B	C,M	F,H,J	E,G
A	C	B,M	E	F
B	E	A,G	I,C	H,F
B	G	목적지 발견 - REPLY SENT		
C	F	A,D	B,H	E
E	H	F,B	---	---
E	F	A,D,B,H	---	---
F	E	A,G,C,I	---	---

상술한 표에 따르면 일반적인 플러딩(flooding) 방식의 검색 방법보다 보더캐스팅(bordercasting) 방식이 더 효과적임을 보여준다. 만약 네트워크가 점-대-점(point-to-point) 방식으로 이루어졌다면 보더캐스트(bordercast) 방식은 5번의 쿼리(query)를 발생한다. 이와 반면 플러딩(flooding) 방식을 사용할 경우에는 13 또는 12번의 쿼리(query)를 발생한다.

존 라우팅(zone routing) 프로토콜의 가장 큰 특징을 라우팅 존의 설정에 따른 커다란 차이가 있을 수 있다는 점이다. 만약 라우팅 존이 1홉이라면 일반적인 플러딩(flooding) 방식의 리액티브(reactive) 라우팅 프로토콜과 똑같은 방식으로 동작을 하게된다. 일반적으로 라우팅 존의 범위를 크게 잡을수록 부가적인 경로 발견의 과정없이 바로 전송 가능한 노드의 수가 증가하므로 전체적인 경로 발견의 효율성이 높아지게 된다. 그러나 라우팅 존의 범위를 크게 잡을수록 프로액티브(proactive) 방식으로 관리해야 하는 데이터의 양이 많아져 노드에 큰 부담을 주게 된다. 경로 발견의 효율성과 라우팅 존의 관리는 트레이드 오프(tradeoff) 관계에 있으며 최적의 라우팅 존을 구성하는 것이 ZRP 구조의 핵심이라 말할 수 있다.

현재까지 최적의 성능을 위한 존 반경을 구하는 수학적인 공식은 알려진 바가 없다. 심지어 전체 네트워크의 모든 파라미터 값을 알고 있다 하더라도 최적의 라우팅 존 반경을 구하는 직접적인 메커니즘이 존재하지 않는다. 도 6에 도시된 바와 같이 최적의 존 반경을 구하는 간단한 방법은 존 반경을 ZRP에 추가되는 트래픽의 양을 최소화하도록 설정하는 방법이다. 다른 방법으로는 최소-탐색(min-searching)과 트래픽 적응(traffic adaptive) 방법 등이 제시되어 있다.

도 6에 도시된 바와 같이, ZRP에서는 IERP 오버헤드가 감소하며 IARP가 증가하여 IERP의 트래픽 양이 더 많은 부분도 있고 또 이와 반대되는 부분도 존재한다. IERP나 또는 IARP 어느 한 쪽이라도 다른 쪽보다 그 양이 많아지게 되면 전체적인 ZRP의 트래픽의 양이 급증하리라 예상할 수 있다. 따라서 최적의 라우팅 존의 IARP와 IERP의 양이 1:1이 되는 지점이라 예상된다.

본 발명의 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법은 결국, QoS(Quality of Service)의 개선 방법에 관한 것이며, 이를 기술하기에 앞서 QoS에 관하여 설명하면 다음과 같다.

우선, ITU-T(International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector)의 전신인 CCITT(Consultative Committee for International Telephony and Telegraphy)의 권고안 E.800에 따르면 QoS란 '그 서비스를 사용하는 사용자들의 만족의 정도를 결정하는 서비스 성능의 집합적인 결과'라고 정의되어진다. 현재 급 성장하는 무선 인터넷 시장에서 유선망에서와 같은 멀티미디어 기술과 VOD 멀티캐스팅 서비스와 같은 기술들이 기업의 퀄리 애플리케이션이 되려면 현재의 유선망에서 해결되어지고 있는 QoS에 관한 기술이 무선망에서도 적용되어져야 할 것이다. 그러나 유선망과는 다르게 MANET에서 QoS를 보장함에 있어서 다음과 같은 크게 3가지 정도의 제약이 따른다. ① 대역폭의 제한 ② MANET의 동적인 망구성 ③ 모바일 노드들의 제한된 프로세싱 성능과 저장 용량 등이다.

첫 번째는 MANET 자체의 제한된 무선 채널 특성 때문이고, 두 번째는 MANET의 가장 중요한 특징인 노드들이 계속해서 움직이고 있다는 것이다. 즉, 계속적인 위치의 변화로 인한 연결 설정 및 재설정과 패킷의 잦은 전송 실패로 인하여 QoS의 보장에 어려움이 있다는 것이다. 그리고 마지막 세 번째는 유선 라우터와는 다르게 모든 이동 노드들은 자신이 전송 및 수신 노드임과 동시에 중간에 위치한 노드들은 라우터의 역할을 해야 한다. 그런데 무선 모바일 노드는 일반 유선 라우터와는 다르게 프로세싱 능력과 저장 용량 등에서 제한이 따르므로 QoS를 위한 부가적인 프로세싱이 무선 노드에 과다한 부담을 주어서는 안된다.

일반적으로 네트워크 통신에서 QoS를 보장하는 가장 손쉬운 방법은 네트워크의 망 자원을 충분히 공급하는 것이다. 즉, 무선 네트워크의 경우 충분한 대역폭을 확보하고 무선 인터페이스 카드의 업그레이드 등을 통해 모든 사용자가 요구하는 어플리케이션 처리량을 처리하는 경우이다. 그러나 이런 방법은 현실적으로 많은 비용이 들어 실현되기에 어려움이 따르며 설령 그러한 망 환경이 이루어진다 하더라도 계속해서 발전하는 어플리케이션의 대역폭 요구를 만족시키기엔 항상 부족함이 따를 것이다. 또한 모든 노드들이 동일한 전송권을 가지고 망을 사용할 경우 언제 사용자들의 전송요구로 인한 혼잡이 발생할지 예상하기 힘들다. 그래서 나온 개념이 'Network Traffic Engineering'이다. 기본적인 개념은 사용자를 서비스 등급에 따라 분류하여 차등화된 전송권을 가지고 망 자원의 접근을 허락하는 기법 이하 할 수 있다. 현재 사용되는 네트워크 트래픽 엔지니어링(network traffic engineering)은 두 가지 기법으로 분류 할 수 있다.

- 예약-기반 엔지니어링(Reservation-Based Engineering) : 이 방법은 네트워크의 망 자원을 어플리케이션의 QoS 요구에 따라 사전에 예약하는 방법으로 자원 예약의 수락이나 거절은 대역폭(bandwidth) 관리 정책에 따라 정해지게 된다. 이러한 접근 방법은 현재 ATM(Asynchronous Transfer Mode)이나 IntServ/RSVP 기법에서 사용된다.
- 예약-배제 엔지니어링(Reservation-less Engineering) : 위의 방법과는 반대로 어떠한 자원 예약 기법을 사용하지 않으며 사용자 요구 어플리케이션의 플로우(flow) 예약방식이 아닌 각 노드에서의 좀더 진보된 기법인 CAC(Connection Admission Control), 정책 관리자(Policy Manager), 트래픽 클래스(Traffic Class), 큐잉 메커니즘(Queuing Mechanism) 등을 사용하여 패킷을 분류하여 서비스 등급에 따라 처리하게 된다. 현재 사용되는 DiffServ 모델이 이러한 기법을 사용하고 있다.

ad hoc 네트워크에서 QoS를 보장하기 위해서는 QoS MAC 프로토콜, 자원 예약 방법, 스케줄링 등 여러 가지 사항이 고려되어야 한다. 그 중 우리가 관심을 가지는 라우팅 프로토콜에서 QoS 보장을 위해 가장 크게 할 수 있는 역할은 QoS 파라미터를 만족시키는 경로를 찾는데 있다 할 수 있다. 이를 위해 IntServ 모델의 도입이 가장 근접한 대안으로 제시되지만 이동 ad hoc 네트워크의 특징상 여기에는 몇 가지 제한이 따른다. 첫 번째로 IntServ 모델의 방대한 계산량과 저장 공간의 요구는 이동 노드들이 처리하기에는 큰 부담이 된다. 또한 flow의 양이 증가할수록 이러한 부담이 더 커지게 되므로 확장성에도 문제를 야기하게 된다. 두 번째로 IntServ 모델을 사용하여 자원을 예약할 경우 추가적인 망 자원의 낭비를 가져오게 된다. 다시 말해 MANET에서 대역폭은 그리 충분하지 않은 한정된 자원인데 IntServ 모델의 자원예약과 확인 과정을 위해 추가적으로 발생하는 패킷이 대역폭의 낭비를 가져올 수 있다. 세 번째로 QoS 같은 메커니즘의 사용이 필요하지만 이 또한 심각한 망 자원의 낭비를 초래하게 된다.

따라서, 본 발명에서는 ZPR의 QoS 라우팅을 위해 좀 더 간략화된 메커니즘을 제안한다. 우선 자원 예약을 위한 부가적인 시그널링(signaling)의 발생없이 인-밴드 시그널링(in-band signaling)을 이용한 자원예약 기법을 사용하며 이는 기존의 IERP, IARP를 통한 경로 설정과정 중에 이루어지게 되며 또한 MANET의 특성을 고려하여 그 기능을 유선망에서의 기능에 비해 매우 간략화시켰다. 또한 CAC 같은 메커니즘의 도입 대신에 간략화된 스케줄링(Scheduling) 기법을 제안한다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법 중 자원예약 방법을 나타낸 동작흐름도로서, 이에 관하여 설명하면 다음과 같다.

먼저, 네트워크를 이용하려는 사용자 노드에서 통신을 위해 필요한 경로를 요구하게 된다(S701).

그 후, 상기 사용자 노드가 통신하고자 하는 목적지 노드가 상기 사용자 노드의 관리 존 범위 내 인지 여부를 판단한다(S702).

만약, 상기 사용자 노드가 통신하고자 하는 목적지 노드가 상기 사용자 노드의 관리 존 범위 내인 경우에는, 상기 사용자 노드가 IARP를 이용하여 패킷을 상기 목적지 노드로 전달한다(S703). 여기서, 상기 IARP를 위한 제어 패킷은 QoS 관련 파라미터를 포함하게 되며, 상기 QoS 관련 파라미터는, 메트릭 형식(Metric Type) 및 메트릭 값(Metric Value)을 포함하게 된다. 또한, 상기 메트릭 값(Metric Value)은 상기 메트릭 형식(Metric Type) 각각에 해당하는 가용 자원의 양을 표시하게 된다.

그 후, 상기 사용자 노드 및 상기 목적지 노드는, 상기 가용 자원의 양을 참조하여 가용 자원값을 각각의 내부에 구현된 IARP 라우팅 테이블에 갱신하게 된다(S704).

한편, 상기 사용자 노드가 통신하고자 하는 목적지 노드가 상기 사용자 노드의 관리 존 범위 밖인 경우에는, 상기 사용자 노드가 BRP를 통하여 라우트 요구 패킷을 전달한다(S705).

그 후, 상기 라우트 요구 패킷을 전달하는 경로 노드에서는, 상기 라우트 요구 패킷에 의해 요구되는 요구 자원값에서 상기 경로 노드의 가용 자원값을 차감한 값이 0보다 작은지 여부를 판단하고(S706), 상기 라우트 요구 패킷에 의해

요구되는 요구 자원값에서 상기 경로 노드의 가용 자원값을 차감한 값이 0보다 작은 경우에는 더 이상 상기 라우트 요구 패킷을 전파하지 않고 라우트 응답 패킷에 'QoS 실패'라고 표기한 후 상기 사용자 노드로 전송한다(S707).

한편, 상기 경로 노드는, 상기 라우트 요구 패킷에 의해 요구되는 요구 자원값에서 상기 경로 노드의 가용 자원값을 차감한 값이 0보다 같거나 큰 경우에는 상기 목적지 노드 방향으로 상기 라우트 요구 패킷을 전달하고, 내부에 저장된 상기 가용 자원값을 갱신하게 된다(S708).

다시 말하면, ZRP는 크게 IARP, IERP, BRP 이렇게 세부분으로 구성된다. 각 노드가 관리하는 영역(zone)의 범위 안에 있는 노드들은 IARP를 이용하여 패킷을 전달하며 영역 밖의 노드들은 BRP를 통한 IERP의 라우트 요구(route request), 리플라이(reply) 패킷을 통해 경로를 찾아 패킷을 전달하게 된다. 각 노드들은 IARP, IERP 라우팅 테이블을 관리하며 IARP 라우팅 테이블의 정보는 IERP 라우팅 테이블에도 사용되게 된다. IARP를 위한 제어 패킷의 포맷은 도 8a와 같다.

제안된 알고리즘에서는 QoS 서비스를 제공하기 위해 각 노드는 IARP 패킷에 Metric Type. 과 Metric Value 부분에 QoS 관련된 파라미터 값을 저장한다. Metric Type의 종류에는 Bandwidth(0x31), Processing delay(0x32)가 있으며, Metric Value는 각 노드가 현재 해당 형(type)의 가용한 리소스(resource)의 양을 표기한다. 노드들은 이러한 IARP 패킷을 주고받으면서 IARP 라우팅 테이블을 구성하며 해당 노드에 대한 경로정보 뿐만 아니라 해당 경로의 품질도 기록한다. 영역의 범위를 벗어나는 패킷에 대해서는 IERP를 사용하여 경로를 찾는데 이때에는 도 8b와 같은 패킷을 사용한다.

이 패킷을 보낼 때 해당 플로우(flow)의 QoS를 보장해야 할 경우 해당 필드를 사용하여 지원되어야 하는 형(type)과 리소스(resource) 양을 정해서 패킷을 전송한다. 라우트 요청(Route Request)을 전달하는 노드는 자신의 요청된 리소스(Required Resource)의 값에서 해당 Metric value 값을 차감하여 그 값이 0보다 작을 경우 더 이상 패킷을 전파하지 않고 라우트 응답(Route reply) 패킷에 QoS 실패(Failed)라 표기하여 발신지 노드(사용자 노드)로 전송한다. 차감 값이 0보다 클 경우에는 IERP를 사용하여 계속해서 목적지 노드까지 패킷이 전파된다.

여기에도 고려되어야 할 사항은 실제 IERP를 사용한 자원 예약이 실제 발신 노드에서 목적 노드까지 전파되지 않고 자신의 존(zone) 범위 목적지로 가는 라우팅 정보를 가지고 있는 노드에 의해 라우트 응답(Route Reply)이 보내진다는 점이다. 따라서 실제 엔드-투-엔드(end-to-end) QoS를 보장하기 위해 목적지에 관한 정보를 가진 노드도 미리 라우트 응답(Route Reply)을 보내지 않고 목적지 모드까지 IERP를 전파하게 된다. 목적지 노드는 라우트 응답(Route Reply)을 보내며 이 메시지를 받은 노드는 요청된 리소스(Required Resource) 만큼 자원을 예약하게 된다.

앞에서 도입한 인-밴드(In-band) 시그널링을 사용한 일종의 선택적인 자원예약 방식의 QoS 모델을 MANET에 적용할 경우 해당 경로에 대한 자원 예약을 통한 플로우(Flow)별 품질을 원하는 만큼 보장해 줄 수 있지만 최적의 링크(link)를 따라서 경로를 설정한다는 보장은 없으며 또한 QoS를 보장하는 플로우(Flow)에 의해서 다른 일반 플로우(Flow)들이 스타베이션(Starvation) 문제를 겪게 된다. 따라서 이와 같은 문제를 해결하기 위해 각 노드들이 패킷별로 스케줄링 알고리즘을 사용하여 위에서 언급한 문제점들을 최소화한다. Diffserv 모델이 여기에 적용되며 선행연구에서 적용된 QoS 구조를 각 노드에 적용한다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법 중 경로설정 방법을 나타낸 동작흐름도로서, 이에 관하여 설명하면 다음과 같다.

먼저, ZRP 모델에서 발신지 노드(사용자 노드)는 패킷을 QoS 별로 분류해서 보내게 되며(S801), 중간의 노드(경로 노드)들은 각각 스케줄링 알고리즘에 의하여 이 패킷을 처리하게 된다(S802). ad hoc 네트워크에서 스케줄링 알고리즘을 위해 각 노드가 충분한 프로세싱 처리 능력과 저장공간을 제공하지 못하는 환경상의 특성 때문에 대규모 IP 네트워크에서 DiffServ 라우터들에 의해 사용되어지는 알고리즘들을 MANET에 그대로 적용하기에는 많은 어려움이 따른다. FIFO는 높은 우선순위 트래픽에 QoS를 제공해 줄 수 없으며 PQ는 높은 우선순위 트래픽에 최선의 QoS(delay와 Jitter)를 보장해줄 순 있지만 우선순위가 높은 트래픽들이 대역폭을 독점해서 우선 순위가 낮은 트래픽들은 끊어 죽게(Starvation) 될 것이다. WFQ는 PQ의 단점을 극복하기 위해 나온 것이지만 패킷의 출발, 도착 시간과 가변 길이의 패킷 크기를 계산하는데 계산량이 많아 하드웨어로 구성하는데 있어 어려움이 있다. 이 문제점을 극복하기 위해 제시된 것이 WRR인데, 이 스케줄링 알고리즘은 많은 장점을 가지고 있다. 첫 번째는 FQ와 PQ의 제한을 극복한다. 즉, 각자 다른 대역폭을 요구하는 Flow를 지지하고(즉, 한번의 서비스 라운드 동안 우선 순위가 높은 큐는 여러 번 방문하고), 각 서비스 라운드 동안 적어도 하나의 패킷은 큐에서 제거된다. 그러므로 우선 순위가 낮은 큐도 스타베이션(Starvation)의 문제에서 벗어난다. 그러나 ad hoc 네트워크에서는 ATM과 같은 동일한 크기의 셀을 처리하는 것이 아니므로 만약 가변 길이의 패킷들을 처리한다면 정확한 대역폭을 할당할 수 없을 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 WRR은 수정되었고, 이에 따라 개선된 DWRR(Dynamic Weighted Round-Robin) 스케줄링 알고리즘을 ad hoc 네트워크에 적용시킬 수 있다.

이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지로 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되는 것이 아니다.

### 발명의 효과

본 발명은 ad hoc 네트워크에 적합한 라우팅 프로토콜로 제안될 수 있는 라우팅 프로토콜로서, 수요(on-demand)에 의해 필요한 노드에 대한 경로를 찾으며 경로 설정 과정에 소비되는 비용을 최소화할 수 있는 장점이 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법에 있어서,

자원 예약 방법은,

네트워크를 이용하려는 사용자 노드에서 통신을 위해 필요한 경로를 요구하는 단계;

상기 사용자 노드가 통신하고자 하는 목적지 노드가 상기 사용자 노드의 관리 존 범위 내 인지 여부를 판단하는 단계;

상기 사용자 노드의 관리 존 범위 내인 경우에는, 상기 사용자 노드가 IARP를 이용하여 패킷을 상기 목적지 노드로 전달하는 단계; 및

상기 사용자 노드 및 상기 목적지 노드는, 가용 자원의 양을 참조하여 가용 자원값을 각각의 내부에 구현된 IARP 라우팅 테이블에 갱신하는 단계

를 포함하고,

상기 IARP를 위한 제어 패킷은 QoS 관련 파라미터를 포함하며, 상기 QoS 관련 파라미터는, 메트릭 형식 및 메트릭 값을 포함하고, 상기 메트릭 값을 상기 메트릭 형식 각각에 해당하는 상기 가용 자원의 양을 표시하는

것을 특징으로 하는 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 사용자 노드가 통신하고자 하는 목적지 노드가 상기 사용자 노드의 관리 존 범위 밖인 경우에는, 상기 사용자 노드가 BRP를 통하여 라우트 요구 패킷을 전달하는 단계;

상기 라우트 요구 패킷을 전달하는 경로 노드에서는, 상기 라우트 요구 패킷에 의해 요구되는 요구 자원값에서 상기 경로 노드의 가용 자원값을 차감한 값이 0보다 작은지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 라우트 요구 패킷에 의해 요구되는 요구 자원값에서 상기 경로 노드의 가용 자원값을 차감한 값이 0보다 작은 경우에는 상기 경로 노드가 더 이상 상기 라우트 요구 패킷을 전파하지 않고 라우트 응답 패킷을 통하여 실패 메시지를 상기 사용자 노드로 전송하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법.

#### 청구항 3.

제2항에 있어서,

상기 라우트 요구 패킷에 의해 요구되는 요구 자원값에서 상기 경로 노드의 가용 자원값을 차감한 값이 0보다 같거나 큰 경우에는, 상기 경로 노드가 상기 목적지 노드 방향으로 상기 라우트 요구 패킷을 전달하고, 내부에 저장된 상기 가용 자원값을 갱신하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법.

#### 청구항 4.

이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법에 있어서,

경로 설정 방법은,

사용자 노드가 패킷을 QoS 별로 분류해서 보내는 단계; 및

경로 노드가 각각 스케줄링 알고리즘에 의하여 상기 패킷을 처리하는 단계

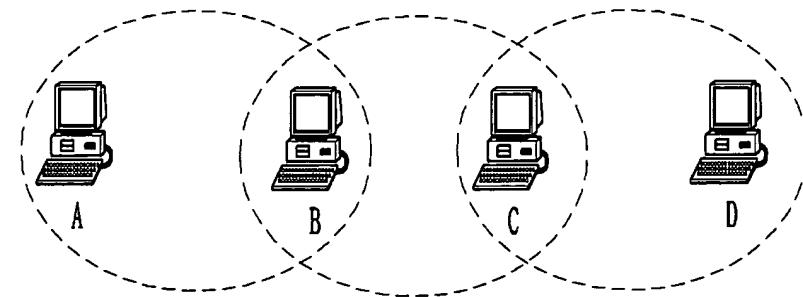
를 포함하고,

상기 스케줄링 알고리즘은, DWRR인

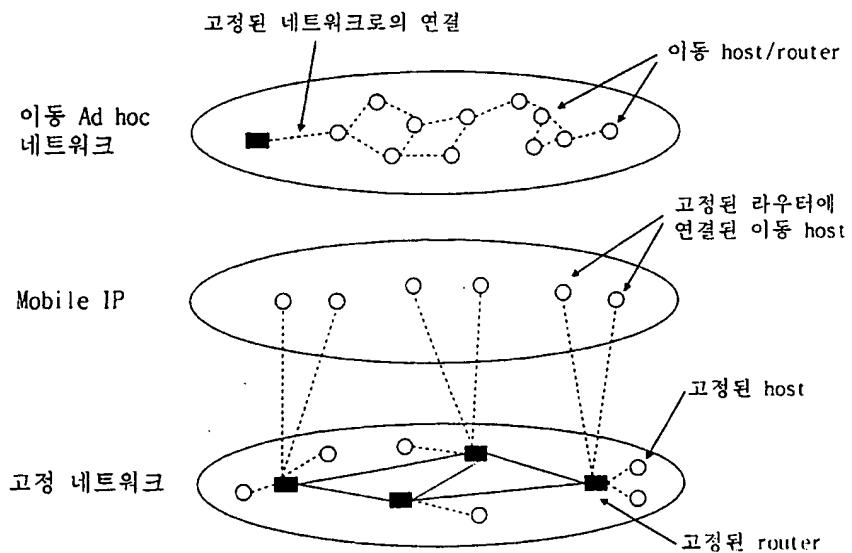
것을 특징으로 하는 이동 Ad hoc 네트워크의 개선 방법.

도면

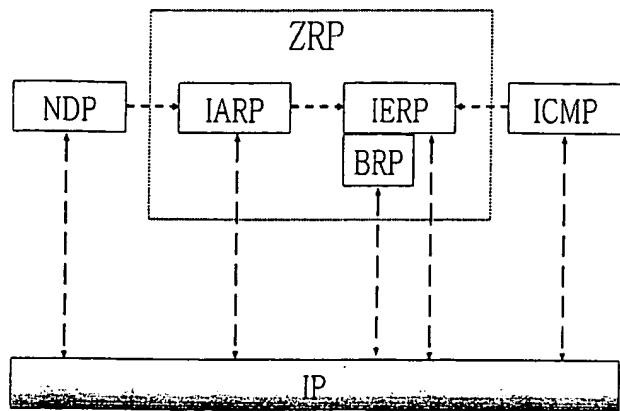
도면1



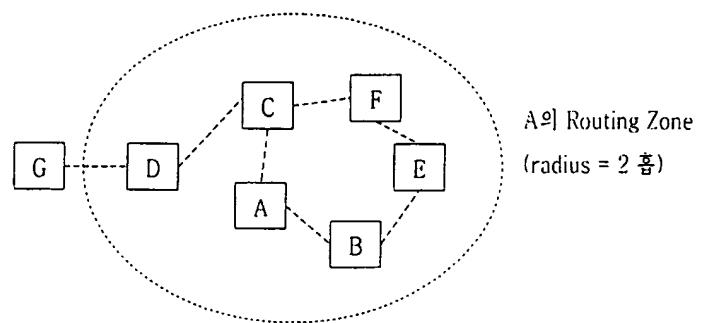
도면2



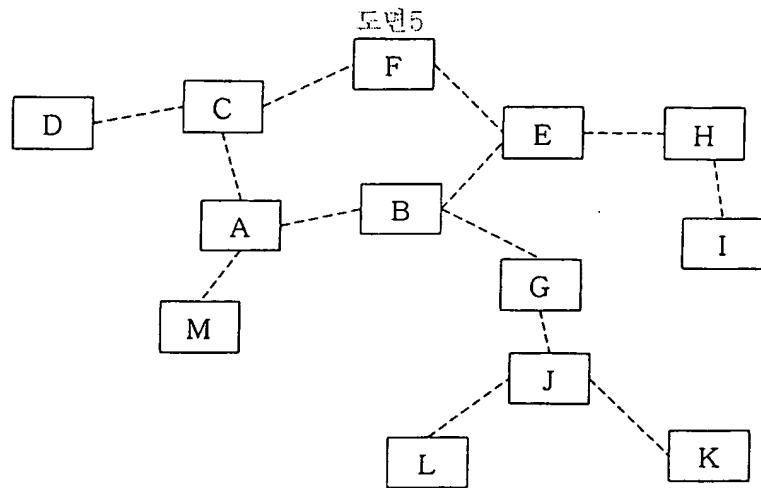
도면3



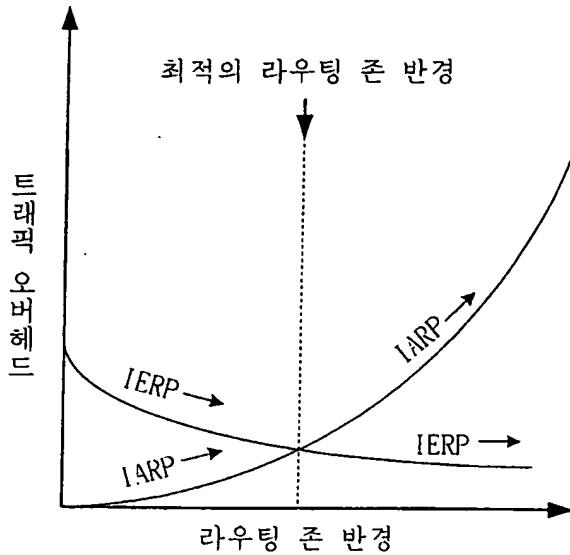
도면4



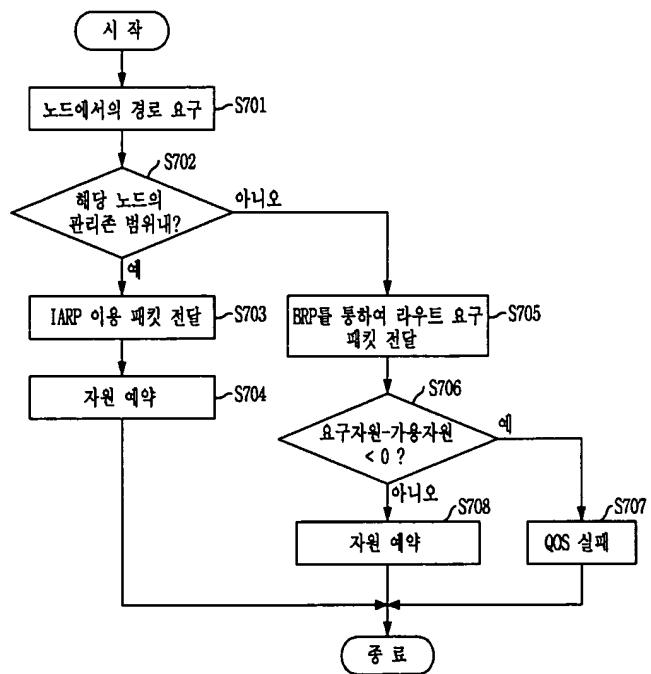
도면5



도면6



도면7



도면8a

Link Source Address		
Link State Seq Num	Zone Radius	TTL
RESERVED	RESERVED	Link Dest Cnt
Link Destination 1 Address		
Link Destination 1 Subnet Mask(Optional)		
RESERVED	Metric Type	Metric Value
RESERVED	Metric Type	Metric Value
•		
•		
Link Destination n Address		
RESERVED	Metric Type	Metric Value
RESERVED	Metric Type	Metric Value

도면8b

Type	Length	Node Ptr	Metric Type
Query ID		Request Metric Type	
Query/Route Source Address			
Intermediate Node(1) Address			
Intermediate Node(2) Address			
.			
.			
.			
Intermediate Node(N) Address			
Query/Route Destination Address			

도면9

